

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10175482  
PUBLICATION DATE : 30-06-98

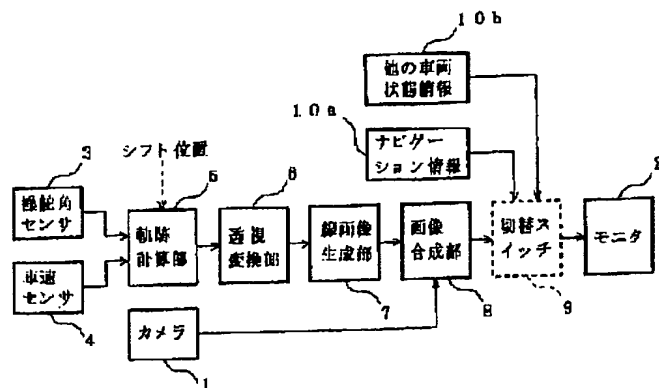
APPLICATION DATE : 31-07-97  
APPLICATION NUMBER : 09206800

APPLICANT : ISUZU MOTORS LTD;

INVENTOR : HORIGUCHI AKINORI;

INT.CL. : B60R 1/00 H04N 5/225 H04N 7/18

TITLE : VEHICLE REAR VIEW FIELD SUPPORT DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To display a backward picture image, showing a backward advancing path of a vehicle, in a monitor, in a vehicle rear view field support device provided with a backward supervisory picture receiving part (camera) obtaining a backward supervisory picture image of the vehicle and a picture image display part (monitor) displaying the backward supervisory picture image.

SOLUTION: Based on a detected steering angle of a front wheel and car speed value, a rear wheel moving locus at reversing time is calculated, the rear wheel moving locus is projected with a position of a backward supervisory picture receiving part (camera) serving as a point of view, a locus projection image data is formed, it is coordinate transformed, a linear image data is formed, the linear image data and backward supervisory picture image are synthesized and displayed in a picture image display part 2 (monitor). Preferably, so as to change a direction of the rearward supervisory picture receiving part 1 by a drive part through a control part based on at least a steering angle, with the driven backward supervisory picture receiving part 1 serving as a point of view, the locus projection image data is formed.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】車両の後方監視画像を得る後方監視撮像部と該後方監視画像を表示する画像表示部とを備えた車両後方視界支援装置において、前輪の操舵角を検出する操舵角検出部と、車速検出部と、該操舵角検出部及び該車速検出部の各検出値の内の少なくとも操舵角に基づいて後退時の後輪移動軌跡を演算する演算部と、該後輪移動軌跡を該後方監視撮像部を視点として投影したときの軌跡投影画像データを生成する透視変換部と、該軌跡投影画像データを座標変換して該画像表示部の表示画面に対応する線画像データを生成する線画像生成部と、該線画像データを該後方監視画像に合成して該画像表示部に送る画像合成部と、を備えたことを特徴とする車両後方視界支援装置。

【請求項2】請求項1において、該後方監視撮像部の向きを変える駆動部と、少なくとも該操舵角検出部及び該車速検出部の各検出値の内の少なくとも操舵角に基づいて該駆動部を制御する制御部と、をさらに備え、該透視変換部が、駆動された該後方監視撮像部を視点として該後輪移動軌跡を投影したときの該軌跡投影画像データを生成することを特徴とした車両後方視界支援装置。

【請求項3】請求項2において、該制御部は、操舵角が一定範囲内のとき該後方監視撮像部の焦点距離を短くし且つ撮影見おろし角度を調整するとともに、該一定範囲を越えたときには、該後方監視撮像部の水平角度を操舵角に応じて制御することを特徴とした車両後方視界支援装置。

【請求項4】請求項1乃至3のいずれかにおいて、該演算部が、該操舵角及び該車速に対応する車両状態を複数の領域に分類する車両状態マップを有し、該操舵角及び該車速が各閾値より小さいときには該操舵角のみに基づいて横すべり角を考慮しない該後輪移動軌跡を演算し、該操舵角及び該車速が各閾値より大きいときには該操舵角及び該車速に基づいて該横すべり角を考慮した該後輪移動軌跡を演算することを特徴とした車両後方視界支援装置。

【請求項5】請求項1乃至3のいずれかにおいて、該演算部が、該車両に後輪車軸から該後方監視撮像部までにオーバハングがあるときには、このオーバハング長を考慮して該後輪移動軌跡を演算することを特徴とした車両後方視界支援装置。

【請求項6】請求項1乃至5のいずれかにおいて、シフト位置検出部をさらに備え、該シフト位置検出部よって検出されたシフト位置が後退位置を示している時のみ、該画像合成部からの画像を該画像表示部で表示することを特徴とした車両後方視界支援装置。

【請求項7】請求項1乃至6のいずれかにおいて、該画像合成部と該画像表示部との間に、該画像合成部及び他の画像情報を出力する画像情報出力部からの各画像

情報を切り換えるための画像情報切換部を設けたことを特徴とする車両後方視界支援装置。

## 【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は車両後方視界支援装置に関し、特に車両後方の視界を撮像装置を介して車室内の画像表示部に表示する車両後方視界支援装置に関するものである。

## 【0001】

【従来の技術】図23は従来より知られている車両後方視界支援装置の構成を概略的に示したもので、車両（トラック）後方上部には後方監視撮像部であるカメラ1が取り付けられており、画像表示部であるモニタ2が運転席11の前面に設けられている。

【0002】この車両後方視界支援装置ではモニタ2が車両後方視界を写し出し、運転者が特に後を振り向かなくても後退運転が可能のように支援している。

【0003】これに関連した技術としては、例えば、特開平4-368241号公報において、商業車の後方及び側方などにおいて死角となる視界をカメラとモニタを用いて撮影し、ドライバに表示する装置が提案されている。

【0004】この装置では、前方を見ながら運転しているドライバが視線を移動させることなく後方画像を見ることが可能のようにモニタをコンソールボックス周辺に設置している。

【0005】さらに、バックミラーを見慣れているドライバにとっては、カメラの画像をそのまま表示すると、鏡のように見え違和感を感じさせるので、鏡で見ているような左右反転画像（鏡像）が得られるように後方視界の画像をモニタに表示してドライバの違和感を低減している。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のような特開平4-368241号公報に示された装置は、単なる補助手段であり、後方画像をモニタで見ながらハンドル操作してバックすることは非常に難しい。

【0007】すなわち、ドライバが車両を後退させるときのモニタ画像は、車両の後退方向と無関係であったため、モニタ画像だけに頼ると後方物と衝突するなどの事故が生じてしまう。

【0008】これは特に大型トラックなどのように後輪から車両後部に至るオーバハングが大きい車両について顕著であり、これを図23のトラックを平面図で示した図24により説明する。

【0009】なお、図24において、モニタ2、前輪12a、12b、後輪13a、13b、及び後輪車軸14は平面的には見えない部分にあるが分かり易くするため、破線でなく実線で示してある。

【0010】この例においては、Mが後輪車軸14から後方水平方向にオーバハングした部分（長さ）を示して

おり、このオーバハング長Mの位置に配置されたカメラ1の視界が範囲Wで示されている。

【0011】いま、図示のように、前輪12a、12bを左方向に操舵しながら後退させる時の後輪13a、13bの軌道はそれぞれ後輪軌跡15a、15bとなる。

【0012】すなわち、この後輪軌跡15a、15bはカメラ視界範囲Wの中心から大きくずれた位置になっている。このずれはオーバハング長Mが長くなればなるほど顕著になる。

【0013】したがって、モニタ2の後方視界に基づいて後退する場合には、次の問題がある。

(1) 後輪がどのような軌跡をとるか把握しにくい。

(2) 車両の後退方向がどちらを向いているか把握しにくい。

(3) どの程度ハンドルを回せばよいか把握しにくい。

【0014】従って、本発明は、車両の後方監視画像を得る後方監視撮像部(カメラ)と該後方監視画像を表示する画像表示部(モニタ)とを備えた車両後方視界支援装置において、車両の後退進路を示した後退画像をモニタに表示させることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明に係る車両後方視界支援装置は、前輪の操舵角を検出する操舵角検出部と、車速検出部と、該操舵角検出部及び該車速検出部の各検出値に基づいて後退時の後輪移動軌跡を演算する演算部と、該後輪移動軌跡を該後方監視撮像部を視点とし投影したときの軌跡投影画像データを生成する透視変換部と、該軌跡投影画像データを座標変換して画像表示部の表示画面に対応する線画像データを生成する線画像生成部と、該線画像データを後方監視画像に合成して該画像表示部に送る画像合成部とを備えたことを特徴としている。

【0016】すなわち、演算部は、操舵角検出部で検出した操舵角と車速検出部で検出した車速から後退時の後輪の移動軌跡データを演算する。

【0017】そして、透視変換部は演算部で求めた後輪の移動軌跡データを後方監視撮像部(カメラ)の視点から見たときの投影画面上の投影画像データに変換する。

【0018】この投影画像データを線画像生成部が、画像表示部(モニタ)の表示画面に対応して表示できる線画像データに座標変換する。

【0019】さらに、この線画像データとカメラの画像である後方監視画像情報とが画像合成部で画面合成されて画像表示部に表示される。

【0020】この結果、画像表示部の後方監視画像に後退時の後輪の演算移動軌跡が合成されて写し出されるので、ドライバは車両の後退進路を明確に認識することができる。

【0021】また、本発明では、さらに該後方監視撮像部の向きを変える駆動部と、少なくとも該操舵角検出部

及び該車速検出部の各検出値の内の少なくとも操舵角に基づいて該駆動部を制御する制御部と、を備え、該透視変換部が、駆動された該後方監視撮像部を視点として該後輪移動軌跡を投影したときの該軌跡投影画像データを生成することが可能である。

【0022】すなわち、該後方監視撮像部の向きが固定されていると、後方視界範囲も固定されてしまい、操舵角が大きくなると予測後退軌跡が該後方監視撮像部の視界から外れてしまうこととなる。

【0023】これを解消するため、少なくとも操舵角に応じて該後方監視撮像部の向きも変え、このときの該後方監視撮像部の視点により該軌跡投影画像データを生成すれば、一層明確な予測後退軌跡をモニタ表示することが可能となる。

【0024】なお、該制御部は、操舵角が一定範囲内のとき該後方監視撮像部の焦点距離を短くし且つ撮影見おろし角度を調整するとともに、該一定範囲を越えたときには、該後方監視撮像部の水平角度を操舵角に応じて制御することができる。

【0025】上記の本発明において、該演算部は、該操舵角及び該車速に対応する車両状態を複数の領域に分類する車両状態マップを有し、該操舵角及び該車速が各閾値より小さいときには該操舵角のみに基づいて横すべり角を考慮しない該後輪移動軌跡を演算し、該操舵角及び該車速が各閾値より大きいときには該操舵角及び該車速に基づいて該横すべり角を考慮した該後輪移動軌跡を演算することも可能である。

【0026】すなわち、該マップに基づき該操舵角及び該車速が小さいことがわかったときには後退時の横すべり角を考慮する必要がないので該操舵角のみに基づいた後輪移動軌跡を演算すればよい。また、該操舵角及び該車速が大きいことがわかったときには該横すべり角を考慮する必要があるので、このときには該操舵角及び該車速の両者に基づいて該横すべり角を考慮した後輪移動軌跡を演算することになる。

【0027】上記の本発明において、該演算部が、該車両に後輪車軸から該後方監視撮像部までにオーバハングがあるときには、このオーバハング長を考慮して後輪移動軌跡を演算することもできる。

【0028】すなわち、図23、24に示したような後輪車軸からオーバハング長を有する車両後部に後方監視撮像部が取り付けられている場合には、演算部はこのオーバハング長分だけ後方監視撮像部の位置を後輪車軸から移し、さらに上記投影画像データに変換すればよい。

【0029】また、上記の本発明において、シフト位置検出部をさらに備え、該シフト位置検出部によって検出されたシフト位置が後退位置を示している時のみ、該画像合成部からの画像を該画像表示部で表示することができる。

【0030】すなわち、シフト位置検出部でシフトが後

退位置にあることを知り、車両が後退状態である時のみ、上記の合成画像を表示させることができる。

【0031】さらに、上記の本発明において、画像合成部と画像表示部との間に、該画像合成部及び他の画像情報を出力する画像情報出力部からの各画像情報を切り換えるための画像情報切換部を設けてもよい。

【0032】すなわち、画像情報切換部で画像を切り換えることにより画像表示部に後方監視画像以外の画像情報を表示させることが可能となる。

【0033】

【発明の実施の形態】

実施例(1)：図1は本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例(1)を示しており、操舵角検出部である操舵角センサ3と車速検出部である車速センサ4より操舵角データと速さデータをそれぞれ検出し演算部である軌跡計算部5に送る。

【0034】軌跡計算部5は上記の操舵角データと車速データに基づいて車両が後退する時の後輪の移動軌跡を計算し、後輪移動軌跡データとして透視変換部6に送る。

【0035】この透視変換部6はカメラ1の位置を視点として投影する透視変換によって後輪移動軌跡データを軌跡投影画像データに変換する。

【0036】線画像生成部7は透視変換部6より受けた投影面の軌跡投影画像データを座標変換して線画像データを生成する。

【0037】この線画像データとカメラ1から入力された後方監視画像は画像合成部8で合成されてモニタ2に表示される。

【0038】なお、破線で示される画像情報切替部である切替スイッチ部9を画面合成部8とモニタ2の間に設け、ナビゲーション情報10a、メータ類や各種インジケータ等の車両状態情報10b等を切替スイッチ部9に接続して切換えながらモニタ2に表示するようにしている。

【0039】図2(1)は図1に示した本発明に係る車両後方支援装置の実施例(1)による動作アルゴリズム例を示したフローチャートである。

【0040】以下、このフローチャートを参照して図1に示した実施例(1)の動作を説明する。まず、軌道計算部5は、シフト位置がバック(後退位置)にあるか否かを判断し(ステップS1)、バックでない場合は最初に戻る(ステップS1のno)。

【0041】なお、この場合には例えばシフトレバースイッチなどのシフト位置検出部(図示せず)によるシフト位置検出信号が必要であるが、このステップS1をスキップして絶えず以下の処理(モニタ表示)を行うようにしてもよい。

【0042】シフト位置がバックにある場合は(ステップS1のyes)、軌跡計算部5は操舵角センサ3より

操舵角( $\delta$ )データを入力し(ステップS2)、車速センサ4より車速( $V$ )データを入力する(ステップS3)。

【0043】この軌跡計算部5は図2(2)に示される車両状態マップを持っており、この車両状態マップは操舵角及び車速の値に基づいて車両の状態をI領域とJ領域に分類している。

【0044】I領域は、幾何学的なモデルを当てはめて後述する式(6)、(7)を用いて移動軌跡が計算できる車両状態の領域であり、車速 $V$ が無視できない程度に大きな閾値 $V_0$ より小さい領域、操舵角 $\delta$ が $\delta_0$ より小さい領域、さらに車速 $V$ と操舵角 $\delta$ の組合わせによって制限される領域のそれぞれの境界である線分e、f、gで区切られた領域である。

【0045】J領域は、I領域以外の車両状態の領域で後述の式(6)、(7)に適用できないような幾何学的なモデルが当てはまらなくなる領域である。たとえば、車速 $V$ が閾値 $V_0$ 以上である領域もその一例である。

【0046】操舵角 $\delta$ と車速 $V$ のデータを入力した軌跡計算部5は上記の車両状態マップに基づいて車両状態がI領域か否かを判定する(ステップS4、S5)。

【0047】I領域の場合は(ステップS5のyes)、幾何学的車両モデルの後述する式(6)、(7)に基づいて移動軌跡計算を実行し移動軌跡データを得る(ステップS6)。

【0048】I領域以外の場合は(ステップS5のno)、予め操舵角に対する後輪の移動軌跡を計測して格納しておいたデータベースを参照して移動軌跡データを算出する(ステップS7)。

【0049】すなわち、予め代表的な操舵角毎に対応する移動軌跡データを計測してデータベース化しておき、このデータベースを参照して代表的な操舵角の移動軌跡データを得るか、中間の操舵角に対応する移動軌跡データをデータベースに基づいた補間によって算出し、後述する計算式の簡素化を図っている。

【0050】以下において、操舵角 $\delta$ と車速 $V$ に基づいて後輪の移動軌跡を計算する原理を説明する。図3は車両をホイールベースがLである前輪12と後輪13の2輪車モデルで考えた場合の定常的な円旋回状態を幾何学的に示しており、前輪12の操舵角が $\delta$ である。

【0051】車速 $V$ が上記の閾値 $V_0$ より低い場合は車両に遠心力が働かず、前輪12及び後輪13のコナリングフォースも不要で、車両に横すべり角が生じないと仮定できる。ただし、後述するように、車速 $V$ が閾値 $V_0$ より大きいときはこの仮定は成り立たない。

【0052】したがって、前輪12及び後輪13は共に車輪の向いている方向に進行して、車両は円旋回を行う。その回転中心は前輪12の進行方向に直角な直線bと後輪13の進行方向に直角な直線cの交点 $O_5$ で、このとき後輪13の旋回半径は $\rho$ となる。

【0053】したがって、ホイールベース $L$ 、操舵角 $\delta$ 及び旋回半径 $\rho$ の間には次式のようになる。

$$L = \rho \tan \delta$$

【0055】さらに、操舵角 $\delta$ が図2(2)に示した閾値 $\delta_0$ より小さければ $\tan \delta = \delta$ が成り立ち、次式のようになる。

$$\rho = L / \delta$$

【0057】すなわち、ホイールベース $L$ を操舵角 $\delta$ で除した値が旋回半径 $\rho$ に等しくなる。

【0058】一般に、車速 $V$ で旋回する車両の重心点には遠心力が働く。この遠心力に起因する車輪の横すべり

$$\rho = (1 + AV^2) L / \delta$$

ここで、 $A$ はスタビリティ・ファクタで車両のステアリング特性を規定する特定の定数である

【0060】式(2)に対して式(3)においては、車速 $V$ の2乗に比例した補正項 $AV^2$ が追加されており、車速 $V$ が大きくなると(4領域)、この補正項は無視できなくなる。

【0061】図4は図3の二輪車モデルを4輪の車両に対応させた場合を示しており、二輪車モデルの後輪位置を後輪車軸14の中心 $P$ に対応させ、この中心 $P$ から後輪13a及び後輪13bまでのそれぞれの距離は $d$ である。

$$(x - \rho)^2 + y^2 = (\rho + d)^2$$

【数5】

$$(x - \rho)^2 + y^2 = (\rho - d)^2$$

【0065】いま、図9に示した如く車両にオーバハング長 $M$ が存在する場合を考えると、後輪車軸14の座標系 $(x, y)$ を $y$ 方向にオーバハング $M$ だけ平行移動して修正した地上面におけるカメラ位置 $Q$ を原点とする座

$$(x' - \rho)^2 + (y' + M)^2 = (\rho + d)^2$$

【数7】

$$(x' - \rho)^2 + (y' + M)^2 = (\rho - d)^2$$

【0067】すなわち、式(6)、(7)を用いて地上面のカメラ位置 $Q$ を原点とする各後輪の移動軌跡データを求めることができる。

【0068】次に、透視変換部6は軌跡計算部5から移動軌跡データを受け、この移動軌跡データをカメラ位置 $Q$ から焦点距離 $f$ (図6参照)にある平面に投影するときの透視変換を実行する(ステップS8)。

【0069】以下において、この透視変換の原理を説明する。図5は図4における座標系 $(x', y')$ にさらに $z'$ 軸を加えた座標系 $(x', y', z')$ を示しており、カメラ1は $z'$ 軸上の点 $R(0, 0, H)$ に位置し、見下ろし角 $\tau$ で地上面 $(x', y')$ 座標面)における後輪1

$$\begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \tau & -\sin \tau \\ 0 & \sin \tau & \cos \tau \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix}$$

【0073】ここで、地上面は $z' = 0$ であるから式(8)は次のようになる。

【0054】

【数1】

……式(1)

【0056】

【数2】

……式(2)

角を考慮した場合、車両の旋回半径 $\rho$ は次式のようになる。

【0059】

【数3】

……式(3)

【0062】地上面における後輪車軸14の中心 $P$ を原点として車両の車軸方向を $x$ 軸とする平面の直交座標系 $(x, y)$ 上に旋回半径 $\rho$ で後退する後輪13a、13bの各後輪軌跡15a、15bが示されている。

【0063】車速 $V$ が閾値 $V_0$ より小さい場合の車両の円旋回の中心は点 $O_s(\rho, 0)$ であり、後輪軌跡15a、15bは円の方程式によりそれぞれ次式(4)、(5)で表わされる。

【0064】

【数4】

……式(4)

……式(5)

座標系 $(x', y')$ においては、後輪軌跡15a、15bはそれぞれ次式(6)、(7)のように書き直せる。

【0066】

【数6】

……式(6)

……式(7)

3a、13bの後退時の後輪軌跡15a、15bをモニタすることとする。以下においてモニタ画面上に後車輪の軌跡がどのように写るかを示す。

【0070】まず、座標系 $(x', y', z')$ の原点 $Q$ をカメラ位置 $R$ に平行移動した後、 $x'$ 軸を中心として角度 $\tau$ だけ回転させた座標系をカメラ視点の座標系 $(x'', y'', z'')$ として定義する。

【0071】したがって、座標系 $(x', y', z')$ の点 $(x', y', z')$ を座標系 $(x'', y'', z'')$ の点 $(x'', y'', z'')$ に変換する式は次のようになる。

【0072】

【数8】

……式(8)

【数9】

$$\begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x' \\ y' \cos \tau + H \sin \tau \\ y' \sin \tau - H \cos \tau \end{bmatrix} \quad \cdots \cdots \text{式 (9)}$$

【0074】図6は座標系 $(x', y', z')$ の目標点 $K(x', y', 0)$ を $y''$ 軸に垂直な平面 $T$ に投影する透視変換を示しており、この投影面 $T$ はカメラ1の視点 $R$ からカメラ1の焦点距離 $f$ の位置にある。

【0075】同図において、投影面 $T$ 上には直交座標系 $(\alpha, \beta)$ は $y''$ 軸と投影面 $T$ との交点 $S$ を原点とし、この原点 $S$ を通り $x''$ 軸と $z''$ 軸にそれぞれ平行な直線を $\alpha$ 軸と $\beta$ 軸としている。

【0076】座標系 $(x'', y'', z'')$ から見た地面上

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (f/y'') x'' \\ (f/y'') z'' \end{bmatrix}$$

【0079】式(9)を式(10)に代入すれば最終的な透視変換は次式で示される。

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f \cdot x' / (y' \cos \tau + H \sin \tau) \\ f \cdot (y' \sin \tau - H \cos \tau) / (y' \cos \tau + H \sin \tau) \end{bmatrix} \quad \cdots \cdots \text{式 (11)}$$

【0080】すなわち、式(11)を用いて後輪の移動軌跡をカメラ位置から見た画像に変換できることとなる。

【0081】図2に戻り、ステップS8において、さらに線画像生成部7は透視変換されたデータをモニタ画面に表示する線画像情報に座標変換して画像合成部8に送る(ステップS8)。

【0082】ここで、図7により線画像生成部7における座標変換の原理を説明する。まず、同図には投影平面上の座標系 $(\alpha, \beta)$ の点をモニタ画面の座標系 $(x^*, y^*)$ に変換する例が示されており、モニタ画面16の画面サイズは横 $x^*_{SIZE}$ 縦 $y^*_{SIZE}$ あり、この画面16の中央位置 $S$ を座標系 $(\alpha, \beta)$ の原点としている。

【0083】通常、モニタ画面16は画面左上を原点 $O$

$$\begin{bmatrix} x^* \\ y^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Sx \cdot \alpha + x^*_{SIZE}/2 \\ -(Sy \cdot \beta - y^*_{SIZE}/2) \end{bmatrix} \quad \cdots \cdots \text{式 (12)}$$

【0087】カメラから見た地面上の後輪の移動軌跡をモニタに表示する変換は、式(11)を式(12)に代

$$x^* = x^*_{SIZE}/2 + Sx \cdot f \cdot x' / (y' \cos \tau + H \sin \tau)$$

【数14】

$$y^* = y^*_{SIZE}/2 - Sy \cdot f \cdot (y' \sin \tau - H \cos \tau) / (y' \cos \tau + H \sin \tau) \quad \cdots \cdots \text{式 (14)}$$

【0088】すなわち、式(13)、(14)を用いて軌跡投影画像データをモニタに対応した線画像データに変換することができることとなる。

【0089】図2に戻り、画像合成部8は線画像情報をカメラ1から入力された後方監視画像情報に重ねてモニタ2に出力し、モニタ2は後輪の移動軌跡を後方視界とともに表示する(ステップS9)。

の目標点 $K(x', y', 0)$ は上記の式(9)によってすでに変換されており、この変換された点を座標系 $(\alpha, \beta)$ に投影するには、 $f/y''$ をそれぞれ $x''$ 、 $z''$ に乗じて $\alpha$ 、 $\beta$ とし $\alpha\beta(T)$ 平面上にプロットすればよい。

【0077】すなわち、座標系 $(x'', y'', z'')$ から座標系 $(\alpha, \beta)$ への投影は次式で示される。

【0078】

【数10】

……式(10)

【数11】

とした横右方向を正とする $x^*$ 軸と縦下方向を正とする $y^*$ 軸からなる座標系 $(x^*, y^*)$ を採用している。そして、この座標系 $(x^*, y^*)$ に画像を構成する点(ピクセル)が並べられる。

【0084】したがって、点 $(\alpha, \beta)$ にモニタ画面上のピクセルをそれぞれに対応させるための係数 $(Sx, Sy)$ を掛け、さらに原点を画面中央 $S$ からモニタの原点 $O_0$ に移動させた後に $y^* = 0$ ( $x^*$ 軸)に関して反転させればモニタ画面の点 $(x^*, y^*)$ が生成できる。

【0085】この座標変換は次式であらわすことができる。

【0086】

【数12】

入し次式のように $x^*$ 、 $y^*$ が求められる。

【数13】

……式(13)

【0090】このモニタ画面に写された後方視界と後輪の移動軌跡を見ることによって運転者は違和感なく容易に車両を後退させることができる。

【0091】実施例(2)：上記の実施例(1)においては、カメラ1が固定されているためにカメラ1が捕らえる後方の視界範囲は図24に示したような固定された範囲 $W$ である。



【0092】従って、操舵角が大きくなると予測後退進路がカメラの視界範囲外に出てしまい、予測後退進路を重ねて表示する効果が低減されてしまう。

【0093】従って、以下に述べる実施例(2)では、図8に概念的に示すように、操舵角に応じて後方視界範囲をW1からW2に変化させて車両の後退軌跡を示した後退画像をモニタ表示させようとするものである。

【0094】図9は、このような実施例(2)を示したもので、この実施例(2)では、図1の実施例(1)に加えて、制御部20とカメラ駆動部21とを設けている。

【0095】概略的に言えば、車速検出部である車速センサ4と操舵角検出部である舵角センサ3より車速データと操舵角データが、後退軌跡を算出する演算部5及び制御部20へ送られる。

【0096】車速データ及び操舵角データに基づき制御部20で、カメラ1の焦点距離及びカメラ姿勢角度が算出され、それらのデータに基づいて駆動部21がカメラ1を駆動する。また、焦点距離データ及び姿勢角度のデータであるカメラ視点位置データが透視変換部6へ送られる。なお、後述するように、制御部20は少なくとも操舵角データは必要であるが、車速データは用いなくても済む場合がある。

【0097】また、演算部5は上記の車速データと操舵角データに基づいて車両が後退するときの後輪の軌道軌跡を計算し、後輪移動軌跡データとして透視変換部6に送る。

【0098】この透視変換部6は、カメラ1の視点位置

$$H = (b/f) \cdot L$$

【数16】

$$V = (a/f) \cdot L$$

となるから、上式を画角の式に代入すれば、カメラの水平画角及び垂直画角はそれぞれ、 $\tan^{-1}(b/f)$ 、 $\tan^{-1}(a/f)$ となる。

【0105】ここで操舵角に対する焦点距離の制御則について図12により説明する。ドライバがハンドルを切っても操舵角 $\delta_0$ を越えるまでは線分hで示すように焦点距離 $f$ を $f_0$ に固定するが、 $\delta_0$ を越えたときには線分iで示すように焦点距離 $f$ を変化させ、撮像範囲を拡大する。

【0106】さらに、操舵角 $\delta_1$ を越えると焦点距離 $f$ を線jで示すように固定する。これは、余り焦点距離 $f$ を小さくして撮像範囲を拡大し過ぎると細かい領域が見えなくなるためである。

$$\tau = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2} \tan^{-1} \left[ \frac{a}{f} \right] + c \quad \text{式(17)}$$

ただし、 $c$ は所定の定数値

【0111】次に、操舵角が図12に示す値 $\delta_1$ を越えた場合、図14に示すように、カメラ1の水平角度 $\theta$ を

データを基に透視変換を行い、軌跡投影画像データに後輪移動軌跡データを変換する。

【0099】この透視変換された後輪移動軌跡データをモニタ画面に合成するための線画像を、線画像生成部7で生成する。

【0100】この線画像データとカメラ1から入力された後方監視画像は画像合成部8で合成されモニタ2に表示される。

【0101】このような実施例(2)の特徴的な動作を以下に詳しく説明する。

【0102】まず、図9に示したカメラ駆動部21の実施例について説明する。このカメラ駆動部21は、カメラ1の垂直角度(見下ろし角)を制御するためのモータ21aと、カメラ1の水平角度を制御するためのモータ21bとを備えており、また、焦点距離を変更することができるような光学的なレンズ機構としての焦点距離制御部21cを備えている。

【0103】この焦点距離制御部21cにより、カメラ1のレンズの焦点距離を変化させ、以てカメラ1の撮影範囲を広げたり狭めたりすることを可能にしている。

【0104】すなわち、図11に示すような撮像範囲があるとすると、カメラ1の水平画角と垂直画角はそれぞれ $\tan^{-1}(H/L)$ 、 $\tan^{-1}(V/L)$ となる。ここで、焦点距離を $f$ とし、カメラ1の撮像面サイズ(CCD受光部の大きさ)の縦横をそれぞれ $a$ 、 $b$ とすれば、

【数15】

$$\dots \text{式(15)}$$

$$\dots \text{式(16)}$$

【0107】このとき、焦点距離を $f_0$ から $f_1$ に変更すると図13に示すように撮影範囲が $V_0$ から $V_1$ へ拡大する。

【0108】これにより、車両の後側面が撮影範囲に入ってくるため、カメラ1の見下ろし角 $\tau$ を図10に示したカメラ垂直角度制御モータ21aを駆動することで変更し、車体がモニタ画面に少しだけ写り込むようにする。

【0109】例えば、カメラの見下ろし角度は次のように設定することができる。

【0110】

【数17】

操舵に応じた線分1に沿って変化させ、操舵角が $\delta_2$ ( $\delta_1 < \delta_2$ )を越えた場合は線分mで示すようにカメ

ラ1の水平面角 $\theta$ を $\theta_0$ に固定させる。これは逆方向についても同様である。

【0112】次に、図15を参照してこの実施例(2)の演算部5における後輪の移動軌跡の算出を行うと、上記の実施例(1)と同様に式(6)、(7)が得られる。なお、図15は図4の $x'y'$ 座標系にカメラ1を配置した $z'$ 座標軸を加えて立体的に見た座標系に過ぎない。

【0113】次に、カメラ駆動制御部20と後輪移動軌跡演算部5より、カメラ視点位置データ(水平回転角度 $\theta$ 、見おろし角 $\tau$ 、焦点距離 $f$ )に基づいて後輪移動軌跡データを、透視変換部6にて透視変換する方法について説明する。

【0114】図16には、地上面の $x'y'$ 座標に対して高さ $H$ に設置されたカメラ1がモータ21aにより水平面から角度 $\tau$ で見下ろした状態を示す図5の $x'y'z'$ 座標系において、操舵角の変化に伴って図14の制御則により従いカメラ1をモータ21bで駆動して水平方向

に( $z'$ 軸回りに) $\theta$ だけ回転させた状態を示している。

【0115】すなわち、カメラ1は $z'$ 軸上の点R(0, 0, H)に位置し、図16に示すように $z'$ 軸回りに $\theta$ だけ回転し、見おろし角 $\tau$ で地上面( $x'y'$ 座標面)の後輪移動軌跡をモニタするものとする。以下において、モニタ画面上に後輪の移動軌跡がどのように写るかを示す。

【0116】図17に示すように地上平面上に原点を有する座標系( $x''y''z''$ )からカメラ視点位置の座標系( $x'y'z'$ )に座標変換する原理を説明する。

【0117】まず、地上面上の原点を $z'$ 軸方向に $H$ だけ平行移動させ、 $z'$ 軸回りに $\theta$ 回転させ、さらに $y'$ 軸回りに $\tau$ 回転させれば座標変換できる。したがって、この座標変換を示す式は次式のようにになる。

【0118】

【数18】

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \tau & -\sin \tau \\ 0 & \sin \tau & \cos \tau \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} x' \cos \theta - y' \sin \theta \\ x' \sin \theta \cos \tau + y' \cos \theta \cos \tau - (z' - H) \sin \tau \\ x' \sin \theta \sin \tau + y' \cos \theta \cos \tau + (z' - H) \cos \tau \end{bmatrix} \end{aligned}$$

……式(18)

【0119】すなわち、上記の式(18)は上記の図5に対応した式(8)に $z'$ 軸回りの回転 $\theta$ を加えたものである。

【0120】ここで、地上面上にある点( $x'y'$ )をカメラ視点の座標系から眺めるとき、 $z'=0$ なので、地

$$\begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x' \cos \theta - y' \sin \theta \\ x' \sin \theta \cos \tau + y' \cos \theta \cos \tau + H \sin \tau \\ x' \sin \theta \sin \tau + y' \cos \theta \cos \tau - H \cos \tau \end{bmatrix}$$

……式(19)

【0122】また、焦点距離が $f$ であることから、カメラスクリーン平面上への透視変換は、図18に示すようになる。これは図6に対応した座標系である。

【0123】すなわち、カメラスクリーン投影面上に $y''$ の交点を原点 $S$ とし、 $x''$ 軸、 $z''$ 軸に平行な $\alpha$ 軸、

$$\alpha = (f/y'') x''$$

$$\beta = (f/y'') z''$$

【0125】この式(20)に式(19)を代入すれば、地上平面上の点( $x'y'$ )がカメラスクリーン投影面の $\alpha\beta$ 座標上に透視変換される次の関係式を得るこ

上面上にある点( $x'y'$ )は、3次元的なカメラ視点での座標系では次式のようにになる。

【0121】

【数19】

$\beta$ 軸を有する $\alpha\beta$ 座標系があるとする、 $x''y''z''$ 座標系から $\alpha\beta$ 平面座標系への投影は次式で示される。

【0124】

【数20】

……式(20)

とができる。

【0126】

【数21】

$$\alpha = \frac{f(x' \cos \theta - y' \sin \theta)}{x' \sin \theta \cos \tau + y' \cos \theta \cos \tau + H \sin \tau}$$

$$\beta = \frac{f(x' \sin \theta \sin \tau + y' \cos \theta \cos \tau - H \cos \tau)}{x' \sin \theta \cos \tau + y' \cos \theta \cos \tau + H \sin \tau}$$

..... 式(21)

【0127】次に、線画像生成部7において、上記のカメラスクリーン投影面からモニタ画面上の線画像を生成するための座標変換を説明する。

【0128】通常、モニタ画面は、図19のように、画面左上を原点とした横右方向を正とするx\*軸と縦下方向を正とするy\*軸からなる座標系を採用している。

【0129】したがって、スクリーン投影画面の中心に

$$x^* = Sx \cdot \alpha + X^*_{SIZE}/2$$

$$y^* = -(Sy \cdot \beta - Y^*_{SIZE}/2)$$

..... 式(22)

【0131】したがって、式(22)に式(21)を代入すれば軌跡投影画像データをモニタに対応した線画像データに変換することができる。

【0132】そして、画像合成部8により、カメラ1からの入力画像に、上記のようにして得られた線画像を合成して、左右を反転した映像をドライバに表示する。

【0133】このモニタ画面に写し出された後方視界と後輪の移動軌跡を見ることによって、ドライバは、ハンドルを大きく回しても予測された軌跡がモニタ画面からはみ出さずに見えることができ、容易にバックすることが可能となる。また、適切な視界が得られるため安全な運転が期待できる。

【0134】上記の説明において、カメラ1は操舵角 $\delta$ に応じて制御されるが、図20に示すように車速Vも加えることにより、A領域とB領域に区切り、カメラ1の制御方法を切り換えても良い。

【0135】すなわち、A領域においては、図21に示すように制御部20は操舵角により、操舵角が値 $\delta_0$ よりも大きくなれば操舵角 $\delta$ に応じてカメラレンズの焦点距離fを短くし且つ式(17)に基づきカメラの見おろし角度を調整する(線分i)。さらに操舵角が大きくなれば、図22の線分1aに示すように、カメラ1の水平角度 $\theta$ を操舵角に応じて制御し、適切な後方視界範囲を得るようにしてもよい。

【0136】しかしながら、B領域に車両状態が在るのは、後退車速が大きい場合であり、ドライバは予測軌跡のさらに先を見通さなければならない。したがって、B領域に車両の状態があれば、図21の焦点距離の制御則に示すように、値 $\delta_0$ に至る前(線分h)から焦点距離を $f_0$ から徐々に制御して減少させ(線分i')、値 $\delta_3$ で値 $f_1$ に固定する(線分j')。

【0137】水平角度 $\theta$ については、図22に示すように、操舵角 $\delta_3$ から増大させ(線分1b)、カメラ1の水平動作を早めている。

原点を持つ点S( $\alpha$ ,  $\beta$ )をモニタ画面上の座標系に変換するには、変換係数をSx, Syとし、モニタ画面の大きさを図示の如く、X<sub>SIZE</sub>, Y<sub>SIZE</sub>とすれば、式(12)と同様に次式で表すことができる。

【0130】

【数22】

【0138】また、操舵している途中で、車両状態がAからBあるいはBからAへ変わる場合は、図示の制御則に遷移するものとする。

【0139】このとき、焦点距離fを減少させると図13に示したように撮影範囲が拡大する。これにより、車両の後側面が撮影範囲に入ってくるため、前述の如く、カメラ1の見おろし角 $\tau$ を、カメラ垂直角度制御モータ21aを駆動して変更し、車体がモニタ画面に少しだけ写り込むようにする。

【0140】同様に、操舵角をさらに大きくとる場合は、図23に示すように、カメラ1の姿勢角を制御する。この制御則は、図14と同様に、焦点距離fを固定した時の操舵角からカメラ水平角度 $\theta$ を増大させて行き、一定操舵角で停止させるものである。

【0141】従って車両状態がA領域の場合よりB領域の場合の方がカメラ1の水平回転動作が早く開始され早く停止することとなる。

【0142】そして、焦点距離の制御と同様に、途中で車両状態が変化したときは、途中で制御則を切り換える。

【0143】なお、この実施例(2)においても、上記の式(3)により車速により遠心力が働くときの車輪の横すべり角を考慮した後輪移動軌跡を演算してもよい。

【0144】また、演算部は、該車両に後輪車軸から該後方監視撮像部までにオーバーハングがあるときには、このオーバーハング長を考慮して後輪移動軌跡を演算してもよい。

【0145】さらに、シフト位置が後退位置を示している時のみ、該画像合成部からの画像を該画像表示部で表示してもよく、画像合成部と画像表示部との間に、該画像合成部及び他の画像情報を出力する画像情報出力部からの各画像情報を切り換えるための画像情報切換部を設け、画像を切り換えることにより画像表示部に後方監視画像以外の画像情報を表示させてもよい。

## 【0146】

【発明の効果】上記のように本発明に係る車両後方視界支援装置によれば、検出した前輪の操舵角と車速値に基づいて後退時の後輪移動軌跡を演算し、該後輪移動軌跡を後方監視撮像部（カメラ）の位置を視点として投影した軌跡投影画像データを生成し、該軌跡投影画像データを座標変換して線画像データを生成し、該線画像データと後方監視画像とを合成して画像表示部（モニタ）に表示するように構成したので、ドライバーは表示された該線画像と後方監視画像との関係から自車の後退位置を容易に認識でき、安全な運転が期待できる。

【0147】また、該後方監視撮像部の向きを少なくとも操舵角に基づいて駆動部が変えられるようにし、該透視変換部が、駆動された該後方監視撮像部を視点として該軌跡投影画像データを生成すれば、ハンドル操作を行ってもモニタ画像中に絶えず予測後退軌跡を見えるようにすることができ、より安全性が確保できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（1）を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（1）の動作を示したフローチャート図と車両状態マップ図である。

【図3】2輪車モデルを用いて幾何学的に旋回半径を算出するための原理を示したグラフ図である。

【図4】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（1）に関する4輪車モデルの後退時における後輪の軌跡の座標系を示したグラフ図である。

【図5】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（1）に用いる透視変換部における透視変換を説明した斜視図（1）である。

【図6】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（1）に用いる透視変換部における透視変換を説明した斜視図（2）である。

【図7】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（1）に用いる線画像生成部における座標変換を示したグラフ図である。

【図8】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）の概念を説明するためのカメラ視界範囲と後輪予測軌跡を示した図である。

【図9】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）を示すブロック図である。

【図10】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）に用いられるカメラ駆動部の実施例を示した斜視図である。

【図11】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）に関し、カメラの撮像範囲を説明するための図である。

【図12】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）において用いられる操舵角に対する焦点距離の制

御則を示したグラフ図である。

【図13】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）において焦点距離の変更による撮影範囲を示した図である。

【図14】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）において用いられる操舵角に対するカメラ水平角度の制御則を示したグラフ図である。

【図15】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）に関する4輪車モデルの後退時における後輪の軌跡の座標系を示したグラフ図である。

【図16】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）に用いる透視変換部における透視変換を説明した斜視図（1）である。

【図17】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）に用いる透視変換部における透視変換を説明した斜視図（2）である。

【図18】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）に用いる透視変換部における透視変換を説明した斜視図（3）である。

【図19】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）に用いる線画像生成部における座標変換を示したグラフ図である。

【図20】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）において制御則を切り替えるための車両状態を示したグラフ図である。

【図21】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）において車両状態に対応した焦点距離の制御則を示すグラフ図である。

【図22】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例（2）において車両状態に対応したカメラ水平角度の制御則を示すグラフ図である。

【図23】後方視界支援装置を搭載した一般的な車両の側面図である。

【図24】後方視界支援装置を搭載した車両を後退させる時の視界と後輪の軌跡例を示した平面図である。

## 【符号の説明】

- 1 後方監視撮像部（カメラ）
- 2 画像表示部（モニタ）
- 3 操舵角検出部（操舵角センサ）
- 4 車速検出部（車速センサ）
- 5 演算部（軌跡計算部）
- 6 透視変換部
- 7 線画像生成部
- 8 画像合成部
- 9 画像情報切替部（切替スイッチ部）
- 10a ナビゲーション情報
- 10b 他の車両状態情報
- 11 運転席
- 12, 12a, 12b 前輪
- 13, 13a, 13b 後輪

14 後輪車軸  
 15、15a、15b 後輪軌跡  
 16 モニタ画面  
 20 制御部  
 21 カメラ駆動部  
 21a カメラ垂直角度制御モータ

21b カメラ水平角度制御モータ  
 21c 焦点距離制御部  
 L ホイールベース  
 M オーバハング  
 W カメラ視界範囲

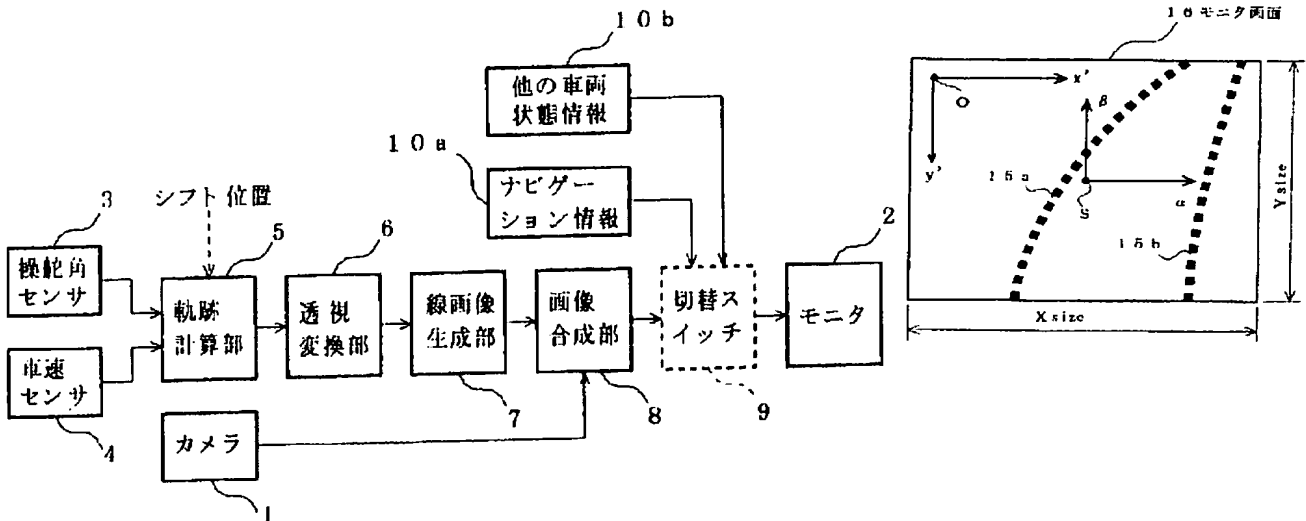
図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

【図1】

【図19】

### 本発明の実施例(1)

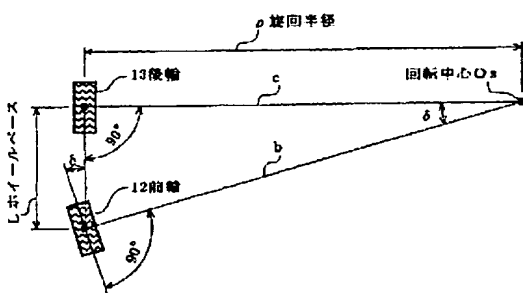
モニタ画面への座標変換



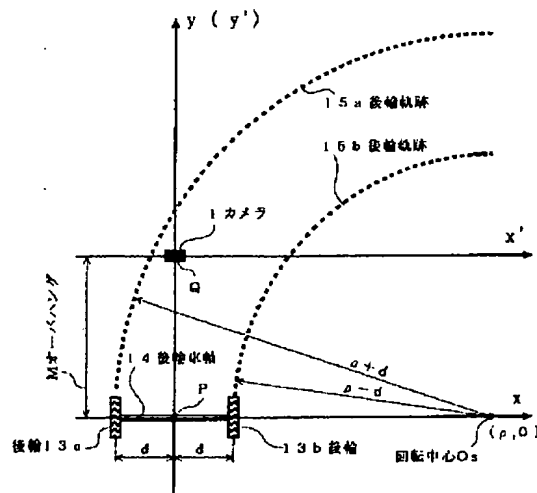
【図3】

【図4】

2 輪車モデルの回転中心と旋回半径



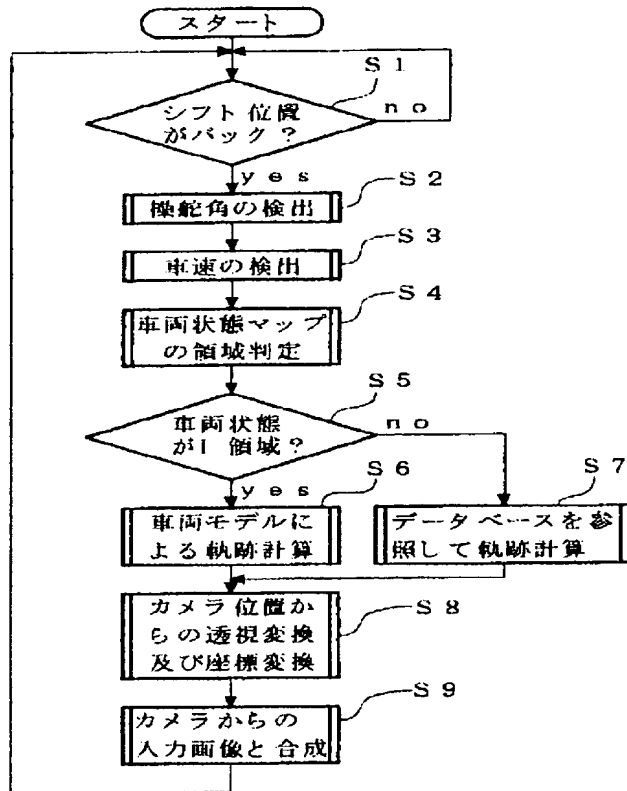
後退時の後輪の軌跡と座標系



【図2】

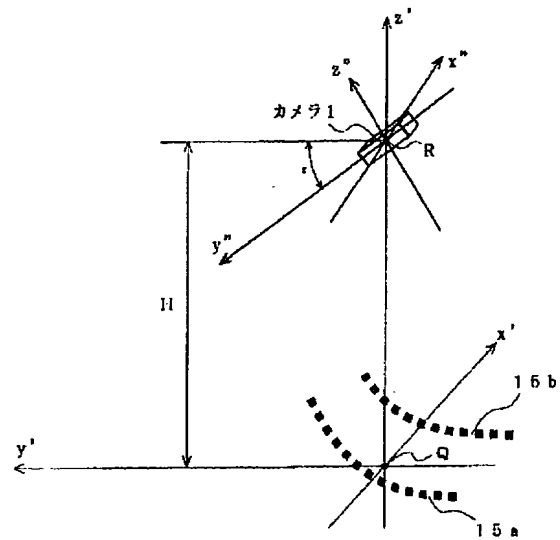
## 本発明の実施例(1)の動作説明図

(1) フローチャート



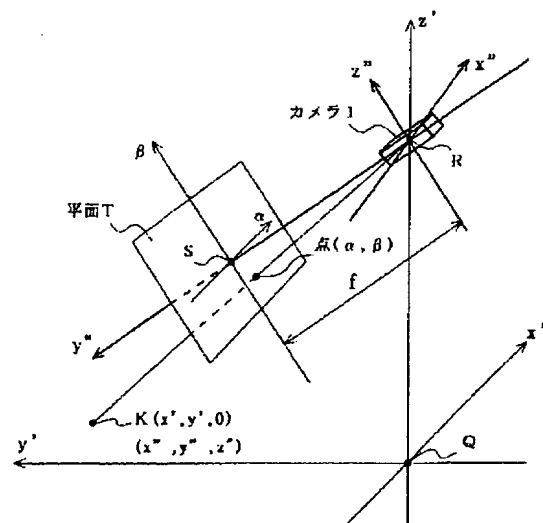
【図5】

カメラ視点の座標系

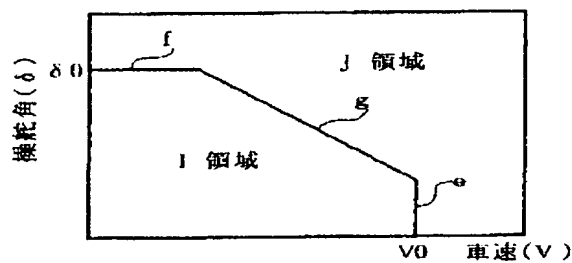


【図6】

カメラを視点とする座標系

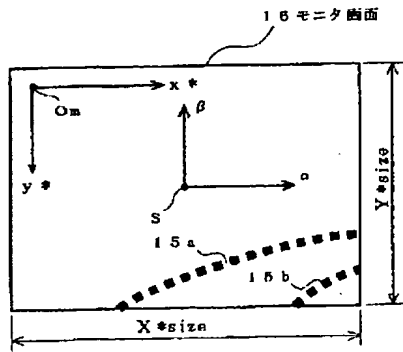


(2) 車両状態マップ



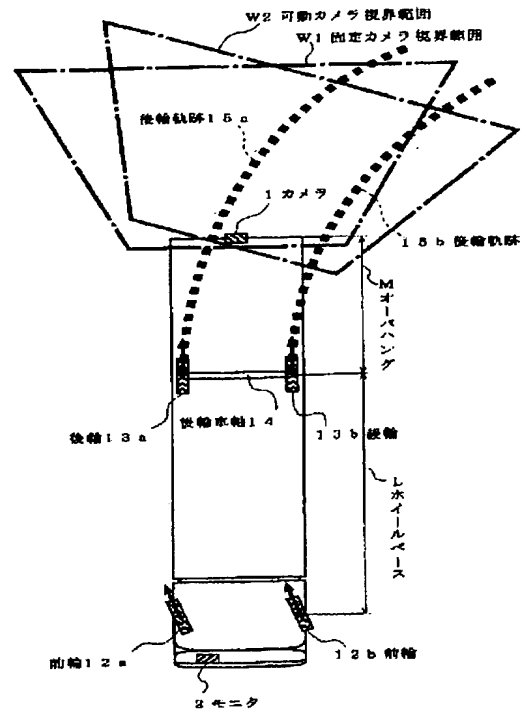
【図7】

モニタ画面への座標変換



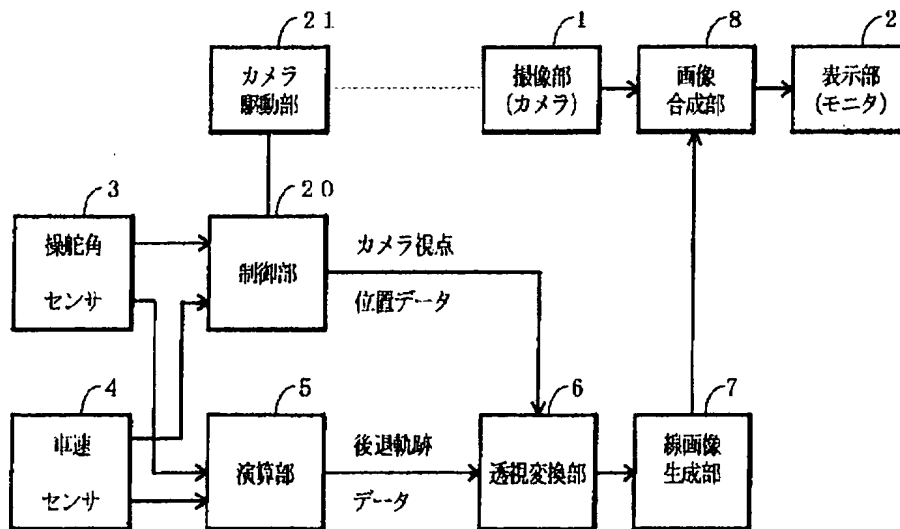
【図8】

固定及び可動カメラの視野範囲と後輪予測軌跡例



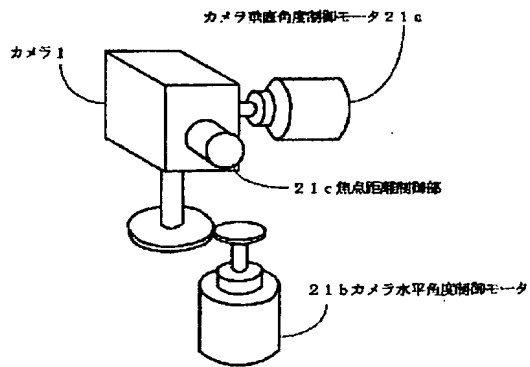
【図9】

本発明の実施例(2)



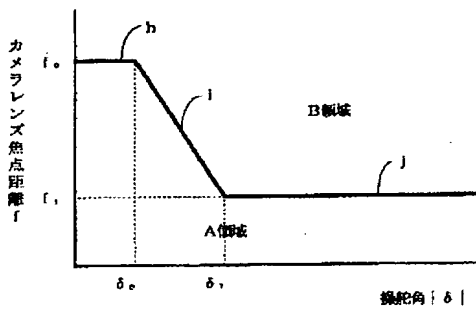
【図10】

本発明の実施例(2)のカメラ駆動部



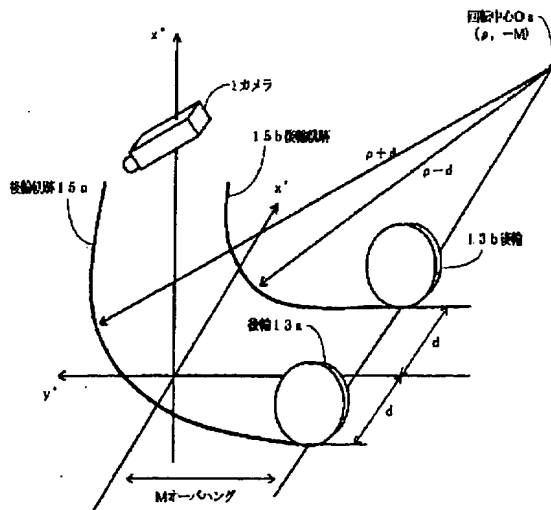
【図12】

操舵角に対する焦点距離の制御則



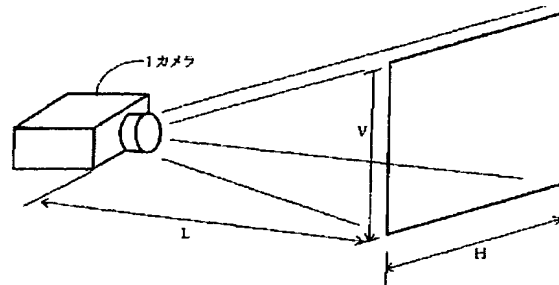
【図15】

後退時の後輪の軌道と座標系



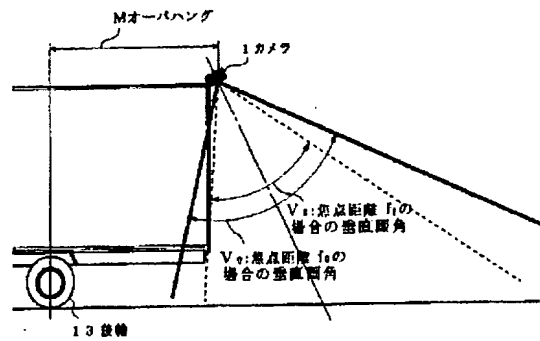
【図11】

カメラの撮像範囲



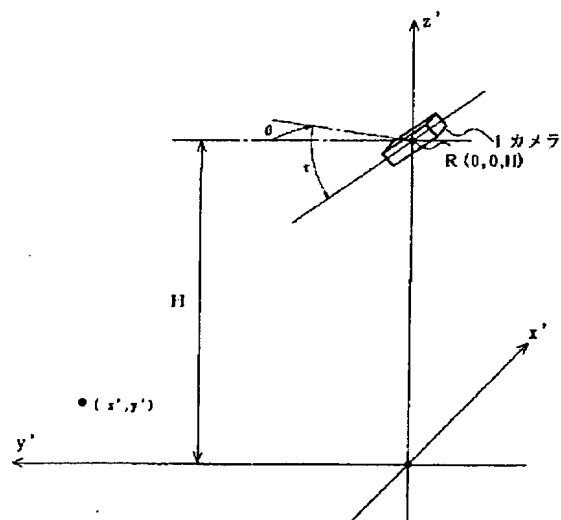
【図13】

焦点距離f変更による撮像範囲



【図16】

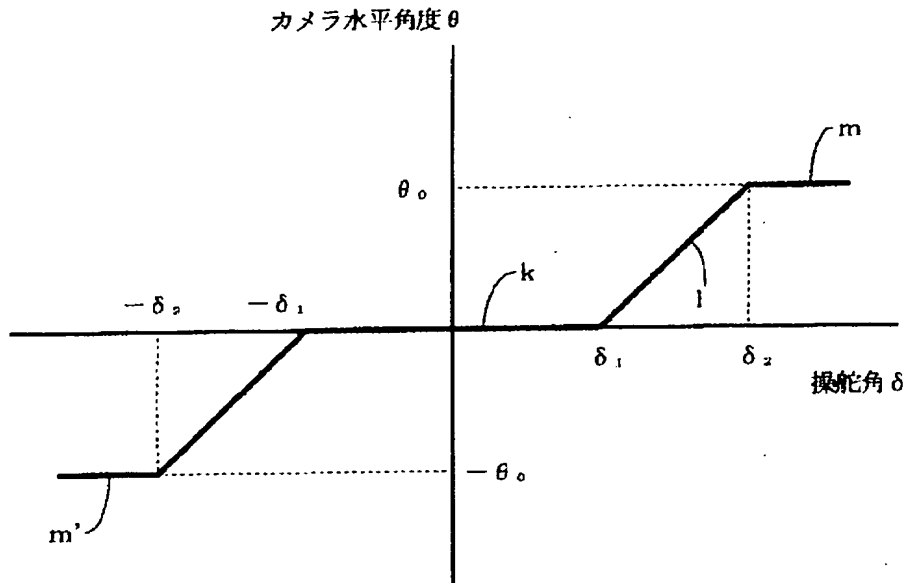
可動カメラの視点位置





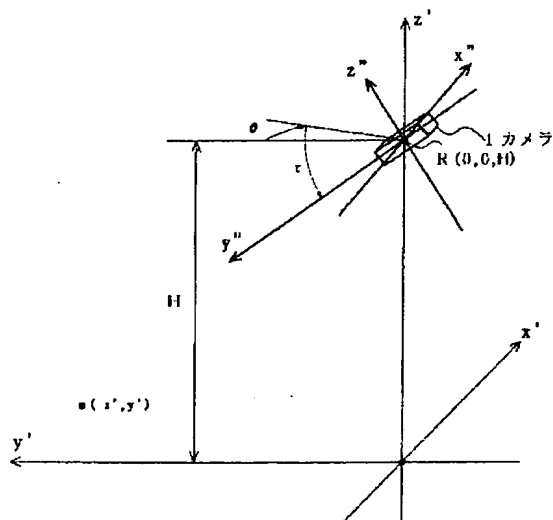
【図14】

## 操舵角に対するカメラ水平角度制御則



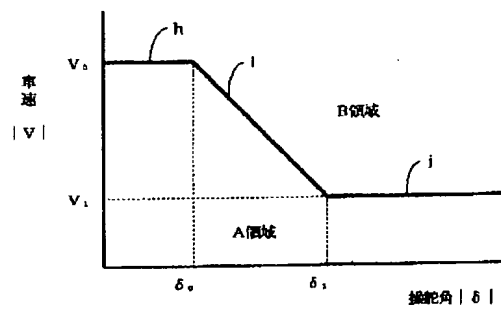
【図17】

## 可動カメラ視点位置への座標変換



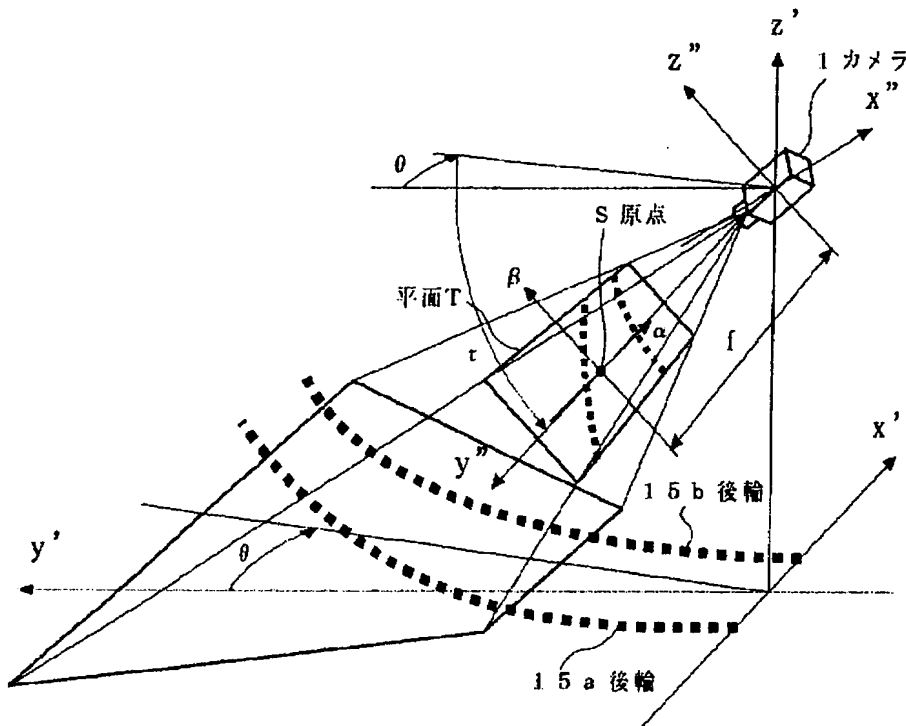
【図20】

## 制御則を切り替えるための車両状態



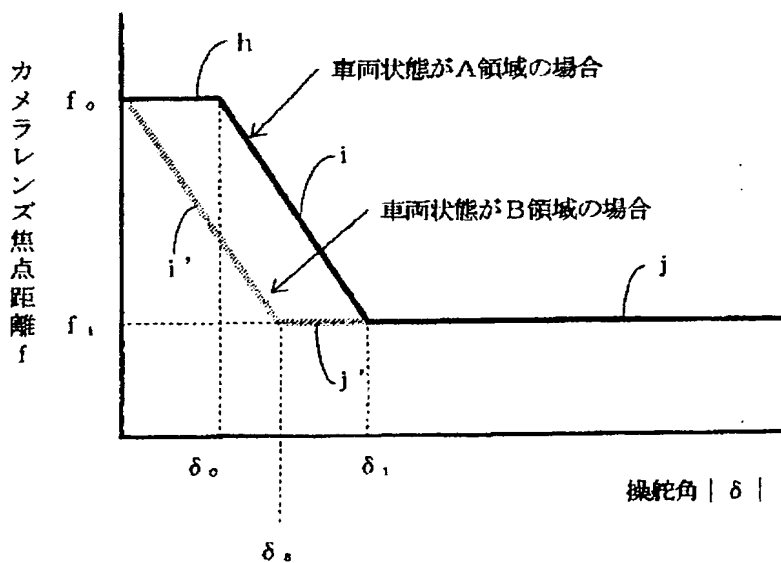
【図18】

## カメラスクリーンへの透視変換



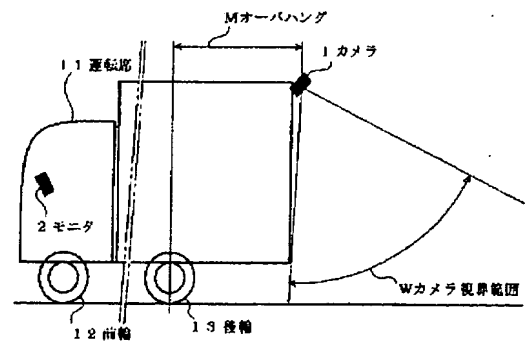
【図21】

## 操舵角に対する焦点距離の制御則



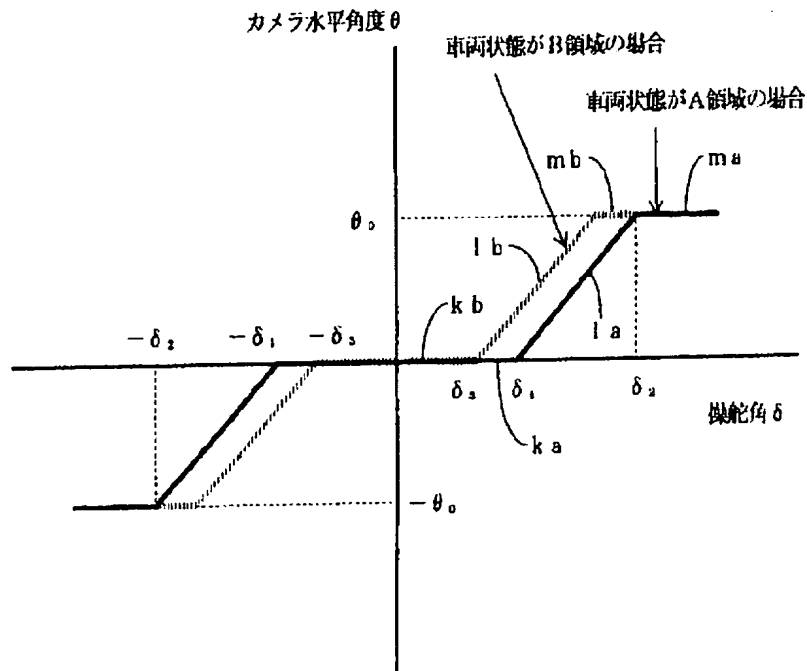
【図23】

## 後方境界支援装置を搭載した装置



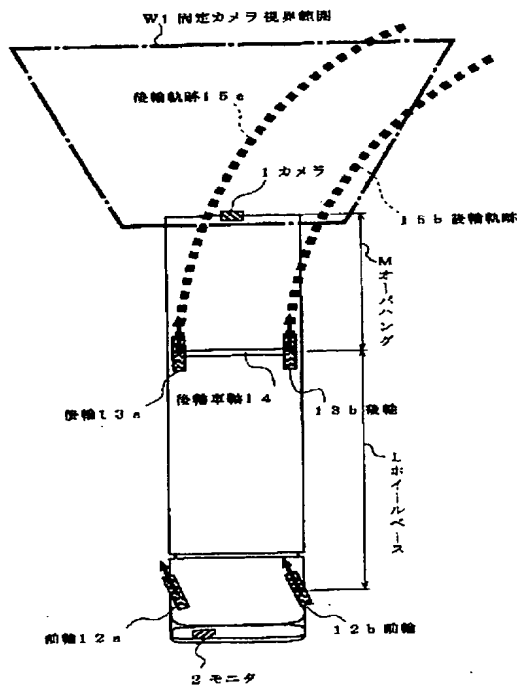
【図22】

## 操舵角に対するカメラ水平角度制御則



【図24】

## 固定カメラの視界範囲と後輪予測軌跡例



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**